

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-274187

(43)Date of publication of application : 21.10.1997



(51)Int.Cl.

G02F 1/1337  
G11B 7/135

(21)Application number : 08-082799

(71)Applicant : ASAHI GLASS CO LTD

(22)Date of filing : 04.04.1996

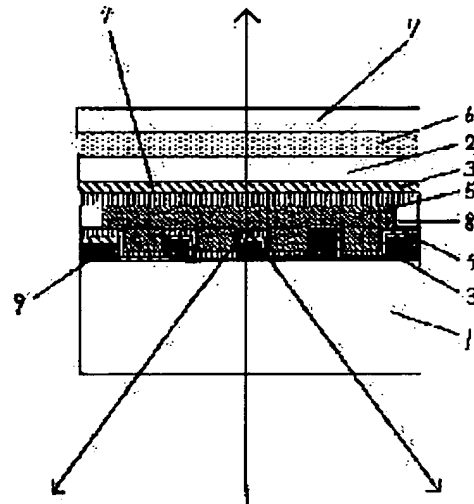
(72)Inventor : MURATA KOICHI  
TAKIGAWA TOMOYA  
TANABE YUZURU

## (54) PRODUCTION OF OPTICAL MODULATION ELEMENT AND PRODUCTION OF OPTICAL HEAD DEVICE

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To enhance the diffraction efficiency of light by improving the orientation state of liquid crystals and to eventually enhance the utilization efficiency of light.

**SOLUTION:** The surface of a first glass substrate 1 on which rugged parts 9 are formed and the surface of a second glass substrate 2 on which a polyimide film 4 is formed are disposed to face each other. The rubbing direction of the polyimide film 4 and the stripe direction (rubbing direction) of the rugged parts 9 are made the same. The two glass substrates 1, 2 are then so laminated that the forward directions of the rubbing directions of both substrates 1, 2 are aligned to the injection direction of the liquid crystals. The liquid crystals are vacuum injected therebetween.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 09.08.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3596152

[Date of registration] 17.09.2004

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-274187

(43) 公開日 平成9年(1997)10月21日

(51) Int.Cl.*	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 F	1/1337		G 0 2 F 1/1337	
G 1 1 B	7/135		G 1 1 B 7/135	A

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 4 頁)

(21) 出願番号 特願平8-82799

(22) 出願日 平成8年(1996)4月4日

(71) 出願人 000000044

旭硝子株式会社

東京都千代田区丸の内2丁目1番2号

(72) 発明者 村田 浩一

神奈川県横浜市神奈川区羽沢町1150番地

旭硝子株式会社中央研究所内

(72) 発明者 滝川 具也

神奈川県横浜市神奈川区羽沢町1150番地

旭硝子株式会社中央研究所内

(72) 発明者 田辺 譲

神奈川県横浜市神奈川区羽沢町1150番地

旭硝子株式会社中央研究所内

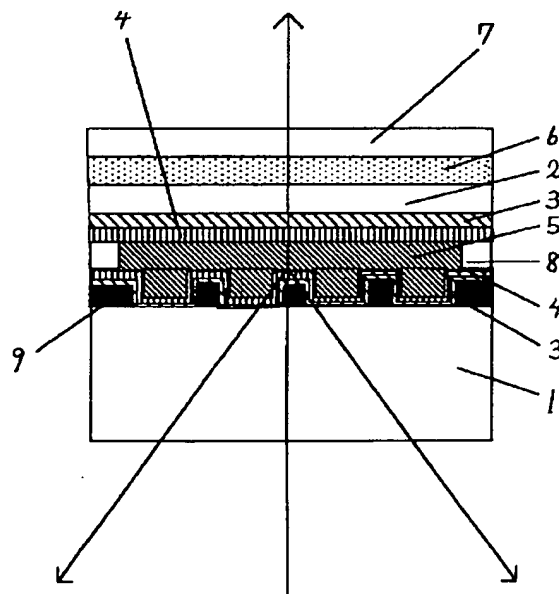
(74) 代理人 弁理士 泉名 謙治

(54) 【発明の名称】 光変調素子の製造方法及び光ヘッド装置の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 液晶の配向状態を良好にし光の回折効率を高め、その結果光の利用効率を高くする。

【解決手段】 第1のガラス基板1の凹凸部9を形成した面と第2のガラス基板2のポリイミド膜4を形成した面とを対面させ、ポリイミド膜4のラビング方向と凹凸部9のストライプ方向(ラビング方向)を同じにし、2つのガラス基板ともラビングの順方向が液晶の注入方向に合うようにして2つのガラス基板を積層し、液晶を真空注入した。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】透明基板の表面に格子状の凹凸部を形成し、凹凸部に光学異方性を有する液晶を充填して光学異方性回折格子を形成する光変調素子の製造方法において、凹凸部の表面に配向膜を形成し、配向膜のラビング方向に沿って液晶を注入させることを特徴とする光変調素子の製造方法。

【請求項2】ラビングの順方向に合わせて液晶を注入させる請求項1記載の光変調素子の製造方法。

【請求項3】凹凸部のストライプ方向と配向膜のラビング方向を合わせた状態で液晶を注入させる請求項1記載の光変調素子の製造方法。

【請求項4】光記録媒体の情報記録面に光を照射する光源の光路上に光変調素子を配置し、光変調素子と光記録媒体間の光路上に位相差素子と光収束レンズを配置し、光記録媒体からの反射光を光変調素子を通して検出する光検出器を光源に隣接して配置する光ヘッド装置の製造方法において、請求項1～3いずれかに記載の方法によって光変調素子を製造することを特徴とする光ヘッド装置の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、CD（コンパクト・ディスク）、CD-ROM、ビデオディスク等の光ディスク及び光磁気ディスク等に光学的情報を書き込んだり、光学的情報を読み取るための光ヘッド装置及びそれに用いられる光変調素子に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、光ディスク及び光磁気ディスク等に光学的情報を書き込んだり、光学的情報を読み取る光ヘッド装置としては、ディスクの記録面から反射された信号光を検出部へ導光（ビームスプリット）する光学部品としてプリズム式ビームスプリッタを用いたものと、回折格子あるいはホログラム素子を用いたものが知られていた。

【0003】従来、光ヘッド装置用の回折格子あるいはホログラム素子は、ガラスやプラスチック基板上に、矩形の断面を有する矩形格子（レリーフ型）をドライエッチング法あるいは射出成形法によって形成し、これによって光を回折しビームスプリット機能を付与していた。

【0004】また、光の利用効率が10%程度の等方性回折格子よりも光の利用効率を上げようとした場合、偏光を利用することが考えられる。偏光を利用しようとすると、プリズム式ビームスプリッタに入射板を組み合わせて、往方向（光源側から光ディスク側へ向かう方向）及び復方向（光ディスク側から光源側及び検出器側へ向かう方向）の効率を上げて往復効率を上げる方法があった。

【0005】しかし、プリズム式偏光ビームスプリッタは高価であり、他の方式が模索されていた。一つの方式

としてLiNbO<sub>3</sub>等の複屈折結晶の平板を用い、表面に異方性回折格子を形成し偏光選択性をもたす方法が知られている。しかし、複屈折結晶自体が高価であり、民生分野への適用は困難である。また通常プロトン交換法によりLiNbO<sub>3</sub>上に格子を形成しようとする、プロトン交換液中のプロトンが基板中に拡散しやすいため、細かいピッチの格子を形成するのが困難であるという問題もあった。

【0006】等方性回折格子は前述のように、往方向の利用効率が50%程度で、復方向の利用効率が20%程度であるため、往復で10%程度が限界である。

【0007】また高い光の利用効率を実現するために、ガラス基板等の透明基板上に回折格子用の凹凸部を形成、その凹凸部に液晶を充填して、液晶の光学異方性を利用した光学異方性回折格子を有する光変調素子が知られている。この場合、ガラス基板を直接ドライエッチングして凹凸部を形成すると、エッチングスピードが遅かったり、不要な堆積物を生じたりして、一定の深さを再現性よくまた深さの面分布を少なくして、形成することは難しい。

【0008】そのため通常はSiO<sub>2</sub>、SiON等の透明薄膜を蒸着法、プラズマCVD法、反応性ドライエッチング法等によって、所望の深さの分の厚みだけ形成し、ガラス基板とSiO<sub>2</sub>膜等とのエッチングレートの違いを用いて、再現性よく、面分布も少なく、ドライエッチングすることが行われている。このように形成した凹凸部に液晶を充填することによって、光学異方性回折格子を形成する。

【0009】しかし、液晶を充填する際に以下の問題が発生する。凹凸部上に形成したポリイミド膜等の配向膜をラビングして配向処理し、液晶を不特定の方向から充填すると、液晶が配向方向に沿って配向しにくいという問題があった。

## 【0010】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、前述の問題点を解消し光の利用効率を高め、安価に製造でき、また液晶を配向方向に沿って良好に配向させ得る光変調素子の製造方法及び光ヘッド装置の製造方法を提供することを目的とする。

## 【0011】

【課題を解決するための手段】本発明は、透明基板の表面に格子状の凹凸部を形成し、凹凸部に光学異方性を有する液晶を充填して光学異方性回折格子を形成する光変調素子の製造方法において、凹凸部の表面に配向膜を形成し、配向膜のラビング方向に沿って液晶を注入させることを特徴とする光変調素子の製造方法を提供する。

【0012】また本発明は、光記録媒体の情報記録面に光を照射する光源の光路上に光変調素子を配置し、光変調素子と光記録媒体間の光路上に位相差素子と光収束レンズを配置し、光記録媒体からの反射光を光変調素子を

通して検出する光検出器を光源に隣接して配置する光ヘッド装置の製造方法において、前記の方法によって光変調素子を製造することを特徴とする光ヘッド装置の製造方法を提供する。

#### 【0013】

【発明の実施の形態】本発明の好ましい態様は、ラビングの順方向に合わせて液晶を注入させることである。このような構成により、液晶の配向性が向上する。

【0014】本発明の好ましい他の態様は、凹凸部のストライプ方向と配向膜のラビング方向を合わせた状態で液晶を注入させることである。このような構成により、さらに液晶の配向性が向上する。

【0015】前記透明基板はガラス基板、透明プラスチック基板等からなり、その上にフォトリソグラフィ法及びドライエッチング法等により、深さ1~2 $\mu\text{m}$ 、ピッチ2~20 $\mu\text{m}$ の格子状の凹凸部を形成する。

#### 【0016】

【実施例】本発明の実施例を図1に示す。厚さ0.5mm、10×10mm角で、屈折率1.52の第1のガラス基板1の表面に、p-CVD法（プラズマCVD法）によりSiON膜を1.45 $\mu\text{m}$ 形成する。その後、フォトリソグラフィ法とドライエッチング法によりSiON膜をエッチングし、深さ1.45 $\mu\text{m}$ 、ピッチ8 $\mu\text{m}$ の断面が矩形状の格子状の凹凸部9を形成した。

【0017】具体的には、SiON膜にフォトレジストをスピンコート法によりコーティングする。次いで、所定のパターンを有するフォトマスクをフォトレジスト膜に密着させて紫外線で露光し、フォトレジスト現像処理することによってフォトレジストの格子状パターンを第1のガラス基板1の表面に形成する。そのフォトレジストの格子状パターンをさらにマスクとして、C、F、ガスをを用いドライエッチングすることにより形成した。

【0018】第1のガラス基板1の凹凸部9を形成した面に、ガラスから溶出するアルカリ成分に対するバリアコートとしてSiO<sub>2</sub>膜3をスパッタリング法により600Å形成し、さらにその上に同じくスピンコート法により、ポリイミド膜4を600Å形成した。ポリイミド膜4を凹凸部9のストライプ方向に平行な方向にラビング処理を行った。

【0019】第2のガラス基板2の面にバリアコートとしてSiO<sub>2</sub>膜3をスパッタリング法により600Å形成し、さらにその上に液晶配向用の配向膜としてポリイミド膜4をスピンコート法により600Å形成し、配向のためのラビング処理を行った。

【0020】第1のガラス基板1の凹凸部9を形成した面と第2のガラス基板2のポリイミド膜4を形成した面とを対面させ、ポリイミド膜4のラビング方向と前記凹凸部9のストライプ方向（ラビング方向）が同じになる

ようにし、さらに2つのガラス基板ともラビングの順方向が液晶の注入方向に合うようにして2つのガラス基板を積層し、液晶注入口を除き2つのガラス基板の周囲をエポキシ樹脂8でシールした。液晶注入口から液晶5（メルク社製商品名BL-002、ネマチック液晶、常光屈折率=1.525、異常光屈折率=1.771）を真空注入し、光学異方性回折格子を形成した。

【0021】第2のガラス基板2のポリイミド膜4と反対側の面に $\lambda/4$ フィルム（位相差素子）6を透明な接着剤により積層接着し、さらにその上に波面収差を改善するためのフォトポリマー、第3のガラス基板7を積層接着して光変調素子を作製した。光変調素子の光源からの光の入射部、光の出射部には、誘電体多層膜による反射防止膜を施した。

【0022】ここで、偏光軸が直交するように配置した2枚の偏光板に光変調素子を挟持して、透過光で液晶5の配向状態を顕微鏡により観察したところ、液晶5のほぼ全域にわたって、凹凸部のストライプ方向（ラビング方向）に配向していることがわかった。

【0023】光源として半導体レーザ（図1では光変調素子の下方に設けられるが、図示せず。）を用い、波長678nmのP波（紙面に平行な偏光成分）を入射させたとき、P波の透過率は約92%であった。また、光ディスク（図1では光変調素子の上方に設けられるが、図示せず。）からの反射光（円偏光）は、 $\lambda/4$ フィルム9によりS波（紙面に垂直な偏光成分）に変化し、S波は光学異方性回折格子により回折された。このときの+1次回折光の回折効率36%で、-1次回折光の回折効率は36%であった。

【0024】この結果、往路効率約92%、往復効率約66%（ $\pm 1$ 次回折光検出）となった。

#### 【0025】

【発明の効果】本発明により、光の利用効率が高く、安価に製造でき、また液晶を配向方向に沿って良好に配向させ得るという効果を有する。その結果、さらに光の利用効率が高くなるという効果も有する。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例の光変調素子の側断面図。

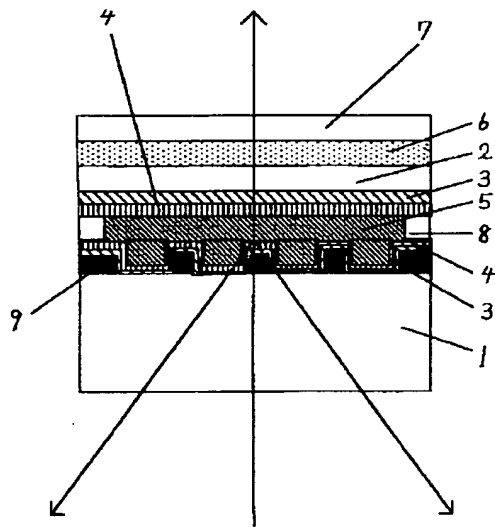
#### 【符号の説明】

- 1：第1のガラス基板
- 2：第2のガラス基板
- 3：SiO<sub>2</sub>膜
- 4：ポリイミド膜
- 5：液晶
- 6： $\lambda/4$ フィルム
- 7：第3のガラス基板
- 8：エポキシ樹脂
- 9：凹凸部

(4)

特開平9-274187

【図1】



【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載  
 【部門区分】第6部門第2区分  
 【発行日】平成14年11月8日(2002.11.8)

【公開番号】特開平9-274187  
 【公開日】平成9年10月21日(1997.10.21)  
 【年通号数】公開特許公報9-2742  
 【出願番号】特願平8-82799  
 【国際特許分類第7版】

G02F 1/1337

G11B 7/135

【F I】

G02F 1/1337

G11B 7/135 A

【手続補正書】  
 【提出日】平成14年8月9日(2002.8.9)  
 【手続補正1】  
 【補正対象書類名】明細書  
 【補正対象項目名】全文  
 【補正方法】変更  
 【補正内容】  
 【書類名】明細書  
 【発明の名称】光変調素子の製造方法及び光ヘッド装置の製造方法  
 【特許請求の範囲】

【請求項1】透明基板の表面に格子状の凹凸部を形成し、凹凸部に光学異方性を有する液晶を充填して光学異方性回折格子を形成する光変調素子の製造方法において、凹凸部の表面に配向膜を形成し、配向膜のラビング方向に沿って液晶を注入させることを特徴とする光変調素子の製造方法。

【請求項2】ラビングの順方向に合わせて液晶を注入させる請求項1記載の光変調素子の製造方法。

【請求項3】凹凸部のストライプ方向と配向膜のラビング方向を合わせた状態で液晶を注入させる請求項1記載の光変調素子の製造方法。

【請求項4】光記録媒体の情報記録面に光を照射する光源の光路上に光変調素子を配置し、光変調素子と光記録媒体間の光路上に位相差素子と光収束レンズを配置し、光記録媒体からの反射光を光変調素子を通して検出する光検出器を光源に隣接して配置する光ヘッド装置の製造方法において、請求項1～3いずれかに記載の方法によって光変調素子を製造することを特徴とする光ヘッド装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、CD(コンパクト・ディスク)、CD-ROM、ビデオディスク等の光ディスク及び光磁気ディスク等に光学的情報を書き込んだ

り、光学的情報を読み取るための光ヘッド装置の製造方法及びそれに用いられる光変調素子の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、光ディスク及び光磁気ディスク等に光学的情報を書き込んだり、光学的情報を読み取る光ヘッド装置としては、ディスクの記録面から反射された信号光を検出部へ導光(ビームスプリット)する光学部品としてプリズム式ビームスプリッタを用いたものと、回折格子又はホログラム素子を用いたものが知られていた。

【0003】従来、光ヘッド装置用の回折格子又はホログラム素子は、ガラスやプラスチック基板上に、矩形の断面を有する矩形格子(レリーフ型)をドライエッチング法あるいは射出成形法によって形成し、これによって光を回折しビームスプリット機能を付与していた。

【0004】また、光の利用効率が10%程度の等方性回折格子よりも光の利用効率を上げようとした場合、偏光を利用することが考えられる。偏光を利用しようとすると、プリズム式ビームスプリッタに入/4板を組み合わせて、往方向(光源側から光ディスク側へ向かう方向)及び復方向(光ディスク側から光源側及び検出器側へ向かう方向)の効率を上げて往復効率を上げる方法があった。

【0005】しかし、プリズム式偏光ビームスプリッタは高価であり、他の方式が模索されていた。一つの方式としてLiNbO<sub>3</sub>等の複屈折結晶の平板を用い、表面に異方性回折格子を形成し偏光選択性をもたせる方法が知られている。しかし、複屈折結晶自体が高価であり、民生分野への適用は困難である。また通常プロトン交換法によりLiNbO<sub>3</sub>上に格子を形成しようとする、プロトン交換液中のプロトンが基板中に拡散しやすいため、細かいピッチの格子を形成するのが困難である問題もあった。

【0006】等方性回折格子は前述のように、往方向の利用効率が50%程度で、復方向の利用効率が20%程度であるため、往復で10%程度が限界である。

【0007】また高い光の利用効率を実現するために、ガラス基板等の透明基板上に回折格子用の凹凸部を形成、その凹凸部に液晶を充填して、液晶の光学異方性を利用した光学異方性回折格子を有する光変調素子が知られている。この場合、ガラス基板を直接ドライエッチングして凹凸部を形成すると、エッチングスピードが遅かったり、不要な堆積物を生じたりして、一定の深さを再現性よくまた深さの面分布を少なくして、形成することは難しい。

【0008】そのため通常は $\text{SiO}_2$ 、 $\text{SiON}$ 等の透明薄膜を蒸着法、プラズマCVD法、反応性ドライエッチング法等によって、所望の深さの分の厚みだけ形成し、ガラス基板と $\text{SiO}_2$ 膜等とのエッチングレートの違いを用いて、再現性よく、面分布も少なく、ドライエッチングすることが行われている。このように形成した凹凸部に液晶を充填することによって、光学異方性回折格子を形成する。

【0009】しかし、液晶を充填する際に以下の問題が発生する。凹凸部に形成したポリイミド膜等の配向膜をラビングして配向処理し、液晶を不特定の方向から充填すると、液晶が配向方向に沿って配向しにくい問題があった。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、前述の問題点を解消し光の利用効率を高め、安価に製造でき、また液晶を配向方向に沿って良好に配向させ得る光変調素子の製造方法及び光ヘッド装置の製造方法を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明は、透明基板の表面に格子状の凹凸部を形成し、凹凸部に光学異方性を有する液晶を充填して光学異方性回折格子を形成する光変調素子の製造方法において、凹凸部の表面に配向膜を形成し、配向膜のラビング方向に沿って液晶を注入させることを特徴とする光変調素子の製造方法を提供する。

【0012】また本発明は、光記録媒体の情報記録面に光を照射する光源の光路上に光変調素子を配置し、光変調素子と光記録媒体間の光路上に位相差素子と光収束レンズを配置し、光記録媒体からの反射光を光変調素子を通して検出する光検出器を光源に隣接して配置する光ヘッド装置の製造方法において、前記の方法によって光変調素子を製造することを特徴とする光ヘッド装置の製造方法を提供する。

【0013】

【発明の実施の形態】本発明の好ましい態様は、ラビングの順方向に合わせて液晶を注入させることである。このような構成により、液晶の配向性が向上する。

【0014】本発明の好ましい他の態様は、凹凸部のストライプ方向と配向膜のラビング方向を合わせた状態で液晶を注入させることである。このような構成により、さらに液晶の配向性が向上する。

【0015】前記透明基板はガラス基板、透明プラスチック基板等からなり、その上にフォトリソグラフィ法及びドライエッチング法等により、深さ1~2 $\mu\text{m}$ 、ピッチ2~20 $\mu\text{m}$ の格子状の凹凸部を形成する。

【0016】

【実施例】本発明の実施例を図1に示す。厚さ0.5mm、10×10mm角で、屈折率1.52の第1のガラス基板1の表面に、p-CVD法（プラズマCVD法）により $\text{SiON}$ 膜を1.45 $\mu\text{m}$ 形成する。その後、フォトリソグラフィ法とドライエッチング法により $\text{SiON}$ 膜をエッチングし、深さ1.45 $\mu\text{m}$ 、ピッチ8 $\mu\text{m}$ の断面が矩形の格子状の凹凸部9を形成した。

【0017】具体的には、 $\text{SiON}$ 膜にフォトレジストをスピンコート法によりコーティングする。次いで、所定のパターンを有するフォトマスクをフォトレジスト膜に密着させて紫外線で露光し、フォトレジスト現像処理することによってフォトレジストの格子状パターンを第1のガラス基板1の表面に形成する。そのフォトレジストの格子状パターンをさらにマスクとして、 $\text{C}_2\text{F}_6$ ガスをういドライエッチングすることにより形成した。

【0018】第1のガラス基板1の凹凸部9を形成した面に、ガラスから溶出するアルカリ成分に対するバリアコートとして $\text{SiO}_2$ 膜3をスパッタリング法により600Å形成し、さらにその上に同じくスピンコート法により、ポリイミド膜4を600Å形成した。ポリイミド膜4を凹凸部9のストライプ方向に平行な方向にラビング処理を行った。

【0019】第2のガラス基板2の面にバリアコートとして $\text{SiO}_2$ 膜3をスパッタリング法により600Å形成し、さらにその上に液晶配向用の配向膜としてポリイミド膜4をスピンコート法により600Å形成し、配向のためのラビング処理を行った。

【0020】第1のガラス基板1の凹凸部9を形成した面と第2のガラス基板2のポリイミド膜4を形成した面とを対面させ、ポリイミド膜4のラビング方向と前記凹凸部9のストライプ方向（ラビング方向）が同じになるようにし、さらに2つのガラス基板ともラビングの順方向が液晶の注入方向に合うようにして2つのガラス基板を積層し、液晶注入口を除き2つのガラス基板の周囲をエポキシ樹脂8でシールした。液晶注入口から液晶5（メルク社製商品名BL-002、ネマチック液晶、常光屈折率=1.525、異常光屈折率=1.771）を真空注入し、光学異方性回折格子を形成した。

【0021】第2のガラス基板2のポリイミド膜4と反対側の面にλ/4フィルム（位相差素子）6を透明な接着剤により積層接着し、さらにその上に波面収差を改善



するためのフォトリソ、第3のガラス基板7を積層接着して光変調素子を作製した。光変調素子の光源からの光の入射部、光の出射部には、誘電体多層膜による反射防止膜を施した。

【0022】ここで、偏光軸が直交するように配置した2枚の偏光板に光変調素子を挟持して、透過光で液晶5の配向状態を顕微鏡により観察したところ、液晶5のほぼ全域にわたって、凹凸部のストライプ方向（ラビング方向）に配向していることがわかった。

【0023】光源として半導体レーザ（図1では光変調素子の下方に設けられるが、図示せず。）を用い、波長678nmのP波（紙面に平行な偏光成分）を入射させたとき、P波の透過率は約92%であった。また、光ディスク（図1では光変調素子の上方に設けられるが、図示せず。）からの反射光（円偏光）は、 $\lambda/4$ フィルム9によりS波（紙面に垂直な偏光成分）に変化し、S波は光学異方性回折格子により回折された。このときの+1次回折光の回折効率は36%で、-1次回折光の回折効率は36%であった。

【0024】この結果、往路効率約92%、往復効率約66%（±1次回折光検出）となった。

【0025】

【発明の効果】本発明により、光の利用効率が高く、安価に製造でき、また液晶を配向方向に沿って良好に配向させ得るという効果を有する。その結果、さらに光の利用効率が高くなるという効果も有する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例の光変調素子の側断面図。

【符号の説明】

- 1：第1のガラス基板
- 2：第2のガラス基板
- 3：SiO<sub>2</sub>膜
- 4：ポリイミド膜
- 5：液晶
- 6： $\lambda/4$ フィルム
- 7：第3のガラス基板
- 8：エポキシ樹脂
- 9：凹凸部

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**